第5卷 第3期　　动 物 学 研 究　　Vol. 5, No. 3
1984年 8月　　ZOOLOGICAL RESEARCH　　Aug., 1984

叉尾斗鱼的胚胎和幼鱼发育的研究*

郑文彪
（华南师范大学 广州）

叉尾斗鱼*Macropodus opercularis*（Linnaeus）分类上属于鲈形目Perciformes攀鲈科Anabantidae，是一种广泛分布于我国南方及东南亚各国的内陆淡水小鱼。有关其分类位置、形态、习性和分布等问题，Myers, G. S. (1932), Sterba, G. (1963)等先后作了颇详细的记述；Tomita, G. *et al*. (1936, 1938)曾对早期阶段的叉尾斗鱼对光的色素效应以及早期的行为发育做了研究和观察。有关叉尾斗鱼的胚胎和幼鱼发育尚未见系统地报道，在1979—1981年，作者对叉尾斗鱼的胚胎和幼鱼发育进行多次的观察和研究。

一、材料和方法

观察材料是通过用激素（HCG. 鲤鱼脑下垂体）催产后，用人工授精而获得的受精卵；部分材料也取自自然产卵的泡沫巢中。受精卵在容积5公升的培养缸中孵化，密度为30粒卵/1公升水。幼鱼在水族箱中饲养，定时投饲活饵料，如水蚤、水蚯蚓、孑孓、摇蚊幼虫等。

胚胎和幼鱼观察在5×6倍的解剖镜下进行，均采用活体标本，每阶段至少观察30个材料，观察时记录当时水温及胚胎或幼鱼的形态特征，并进行显微摄影和描绘其形态图象。部分材料用Bouin'氏液固定供切片和重复观察。通过解剖，还观察了肠管的发育。

二、结　果

胚胎和幼鱼发育各阶段时程是1979年8—9月记录的。在水温为24.5—25.5°C条件下，从受精到孵化出膜历经38小时，胚胎发育时程见表1。

在人工饲养下，水温24.5—29°C，从孵化出膜到体表大部分被鳞，背、臀、尾鳍部分鳍条及腹鳍第2鳍条特化延长，形态与成体相似的稚鱼历时35—45天，幼鱼发育时程见表2。

---

* 本研究得到潘炯华教授的热忱指导，陆秀琼讲师、陈先贵同志参加1979年的部分胚胎发育观察，作者一并致谢。
本文1982年10月16日收到，1983年8月22日收到修改稿。

表1 胚胎各阶段发育时程表

发育阶段	发育时期	水温(℃)	距受精时间（时：分）	图1序号
受精卵	受精卵	24.5	0	
	胚盘形成	24.5	23′	图1:1
卵裂	2细胞	24.5	50′	图1:2
	4细胞	24.5	1:10′	图1:3
	8细胞	24.5	1:28′	图1:4
	16细胞	24.5	1:45′	
	32细胞	24.5	2:00′	
	64细胞	24.5	2:16′	图1:5
	多细胞	25.5	4:05′	图1:6
囊胚	囊胚初期	25	5:05′	图1:7
	囊胚中期	25	5:55′	
	囊胚晚期	25	6:45′	图1:8
原肠胚	原肠初期	25.5	7:20′	图1:9
	原肠中期	25.5	8:25′	图1:10
	原肠晚期	25.5	9:55′	图1:11
神经胚	脊索形成期	25.5	14:35′	图1:12
	胚孔封闭期	25.5	20:10′	图1:13
器官形成到孵化	尾芽分化期	25.5	21:00′	图1:14
	晶体形成期	25.5	24:00′	图1:15
	肌肉效应期	25.5	28:00′	图1:16
	听囊出现期	25	34:00′	
	心跳期	25	35:00′	图1:17
	循环期	25	36:00′	
	孵化期	25	38:00′	图1:18,19

表2 幼鱼各阶段发育时程

发育阶段	发育时期	水温(℃)	体全长(毫米)	图号	距孵化时间（时：分）
仔鱼前期	初孵化仔鱼	25	2.82—3.02	图1:19 图2:1	0
	眼黑色素出现	25	3.00—3.20		6:00′
	卵黄囊黑色素出现	26.5	3.16—3.36	图2:2	12:00′
	口分化期	24.5	3.40—3.80	图2:3	24:00′
	颌活动期	26	3.70—4.20		48:00′
	鳃丝形成期	26.5	4.00—4.50	图2:4	72:00′
仔鱼期	背鳍、臀鳍鳍条分化	26	4.40—4.80		6天
	腹鳍褶出现	28	4.60—5.10		7天
	胸、腹鳍鳍条出现	29	5.20—5.40		9天
	背、臀鳍硬棘形成	27	5.40—5.70		11天
	鳃上器官形成	28	5.50—7.00	图2:5	16天
	油球消失	26.5	6.60—8.00		18—24天
稚鱼期	体侧鳞片出现	26—29	10.00—13.00		26—34天
	体侧条纹出现	28	12.00—14.00		30—36天
	部分鳍条特化延长	26—29	16.00—18.00	图2:6	35—45天

（一）卵的形态

成熟卵呈圆球形，卵径为0.612—0.688毫米；卵无色透明，卵膜光滑无特殊附属结构。卵浮性；常态下，动物极在下，植物极在上。卵偏植物极端有一个直径为0.326—0.446毫米的大油球（oil globule）。卵膜吸水后膨胀，外径增大至0.826—0.921毫米。

（二）胚胎时期

1.受精、胚盘形成阶段

卵受精后吸水膨胀，卵周隙扩大；受精后约23分钟，细胞质在动物极集中形成隆起的胚盘（图1：1）。

2.卵裂阶段

受精后50分钟，胚盘开始第一次卵裂，以后每隔15—20分钟分裂一次，细胞数按2、4、8、16、32、64……成倍递增；第一次至第6次卵裂均径裂，第七次卵出现径裂和纬裂，细胞越来越小和呈多层排列；受精后4小时05分，形成多细胞（图1：2、3、4、5、6、）。

3.囊胚阶段

受精后5小时05分，由于胚盘细胞数量增多，体积愈来愈小，在动物极处形成隆起的囊胚（图1：7）。初期囊胚高度大，约为卵径的$\frac{1}{3}$强，即高囊胚期，胚层内部形成囊胚腔。受精后5小时55分，胚层细胞更小，囊胚顶部变平，高度下降，进入囊胚中期。受精后6小时45分，囊胚层向下扩展，囊胚高度下降（图1：8），即囊胚晚期。

4.原肠胚阶段

受精后7小时20分，继低囊胚之后的胚层细胞开始下包扩展，进入原肠初期（图1：9）。受精后8小时25分，胚层细胞下包$\frac{1}{2}$，下包的边缘形成稍增厚的胚层，即胚环。同时在背唇处由于细胞的内卷和增生的细胞向中央集中形成宽舌状的胚盾（图1：10）。受精后9小时55分，进入原肠晚期，下包$\frac{3}{5}$，囊胚层细胞包围了大部分卵黄；胚盾伸长，胚盾前端伸展过动物极（图1：11）。

5.神经胚阶段

受精后14小时35分，下包$\frac{4}{5}$，胚盾背部中线形成凹陷的神经沟和脊索；胚盾前端略膨大，以后形成脑泡；此时胚层包围大部分卵黄，仅露卵黄栓（图1：12）。受精后20小时10分，囊胚层已包围全部卵黄，胚孔封闭，原胚孔的细胞汇合形成膨大的末球（图1：13），从切片观察，末球是由脊索、中胚层、内胚层细胞汇合而成。脑泡分化为前脑、中脑、后脑三部分；胚体中段可见3—4对短柱状体节。

6.器官形成和孵化阶段

受精后21小时，末球分化成为尾芽；体节数为18—21对；胚体中脑两侧出现颇大的视泡（图1：14）。受精后24小时，尾芽伸长而游离；胚体体节38—40对，已包绕卵黄囊的$\frac{4}{5}$；视泡出现视杯，不久形成晶体；脑已分化为端脑、前脑、中脑、后脑四部分（图1：15）。受精后28小时，进入肌肉效应期；尾继续伸长，体节数为42—44对；胚体绕卵黄囊周长的$\frac{2}{3}$强，中段开始出现间歇性的扭动。端脑前方出现增厚的嗅板（图1：16）。受精后34小时，听囊分化，其后在听囊中央可见2黑色的耳石。胚体扭动加强，在眼后下方出现围心腔和管状的心脏。受精后35小时，心管产生节律性搏动，其后向上

弯曲而分化为心耳、心室。脑分化为端脑、间脑、中脑、小脑、后脑5部分(图1:17)。受精后36小时,心脏跳动加强,心律为120—140次/分钟,胚体可见血液流动进入循环期,此时胚体扭动频繁。受精后38小时,胚体扭动十分强烈,尾部不断拍击卵膜(图1:18),其后多数胚胎以头部顶破卵膜而孵化(图1:19)。也有少数胚胎以尾部先脱离卵膜,但孵化时间延长。

(三)幼鱼时期

1.仔鱼前期(从出膜到卵黄囊消失)

刚孵化出膜的仔鱼体全长2.82—3.02毫米,体色透明,背略弯,腹部带有一个颇大的卵黄囊,卵黄囊中有一个大的油球。仔鱼尾柄圆,体节20—19+27—28对(图1:19,图2:1)。仔鱼仰浮于水面或泡沫巢中,尾柄常摆动。出膜后6小时的仔鱼,体全长3.0—3.2毫米,眼具黑色素,沿背、腹中线经尾端出现薄膜状的奇鳍褶。心率为140—180次/分钟。出膜12小时后,体全长3.61—3.36毫米,卵黄囊上方出现若干星状的黑色素细胞(图2:2)和卵黄囊前部出现居维叶氏管(ductus cuvieri),黑色耳石仍可见;仔鱼开始作短暂的螺旋式垂直上下运动。出膜24小时后,体全长3.4—3.8毫米。体表黑色素增多,背已伸平;肠管出现;头下方可见下颌;心脏前移至卵黄囊前端头的腹面;眼颇大;奇鳍褶增大(图2:3)。出膜48小时的仔鱼,卵黄囊明显被吸收而呈长椭圆形;体表黑色素增多并分节排列;口已能启闭;鳃弓上开始出现鳃丝、胸鳍初现,位于鳃之后方,尾鳍褶上开始出现放射状鳍条的分化。出膜3天的仔鱼,体全长4.0—4.5毫米;口裂增大,具细小颌齿,口张合频繁,消化管中开始具排泄物。卵黄囊绝大部分被吸收,残留极小;但腹面仍具有一个很大的油球。鳃丝增多,居维叶氏管位置前移(图2:4)。仔鱼已能做水平快速游动,但常浮于水面。出膜3天半后,仔鱼卵黄囊完全消失和开始大量摄饵。

2.仔鱼期(从卵黄囊消失后至油球消失)

出膜后第4天仔鱼,体全长4.2—4.6毫米,能离巢窜游,尾鳍鳍条增加。第6天后,体全长4.4—4.8毫米,背鳍、臀鳍褶后段出现鳍条。出膜7天后,体全长4.6—5.1毫米,奇鳍开始分离,腹鳍褶初现。出膜后9天的仔鱼,全长5.2—5.4毫米;胸鳍、腹鳍条出现。出膜后11天的仔鱼,体全长5.4—5.7毫米,腹部油球大部分被吸收,臀鳍、背鳍褶前段出现硬棘。出膜16天的仔鱼,体全长5.5—7.0毫米,油球仅具很小的残余。消化管出现复杂弯曲;鳃上方出现囊状的鳃上副呼吸器官;鳍分化完善(图2:5)。出膜后18—24天,仔鱼体全长6.8—8.0毫米,油球完全消失,体高增大,尾鳍中央出现小的凹陷,形态向成体过渡。

3.稚鱼期(从油球消失到发育到形态与成体相似)

出膜后第26—34天的稚鱼,体全长10—13毫米。体表沿体侧中线出现一行鳞片。出膜后30—36天,体全长12—14毫米,体表具3—4行鳞片,体侧出现9—10条橙黄色条纹,背鳍、臀鳍、尾鳍上具橙黄色斑纹,尾鳍开始明显分叉。出膜后35—45天,体全长13—15毫米,体表大部分被鳞,消化管呈盘状弯曲;背鳍、尾鳍、臀鳍部分鳍条及腹鳍第2鳍条开始特化伸长;鳃盖骨上出现一橙黄色斑点,体色条纹更加显著,形态与成体十分相似(图2:6)。

稚鱼发育至此为止，以后在一段期间内，幼鱼肉眼无法分别雌雄。约200—250天后，体长30—35毫米，性成熟时，性征的出现方能判别雌雄。

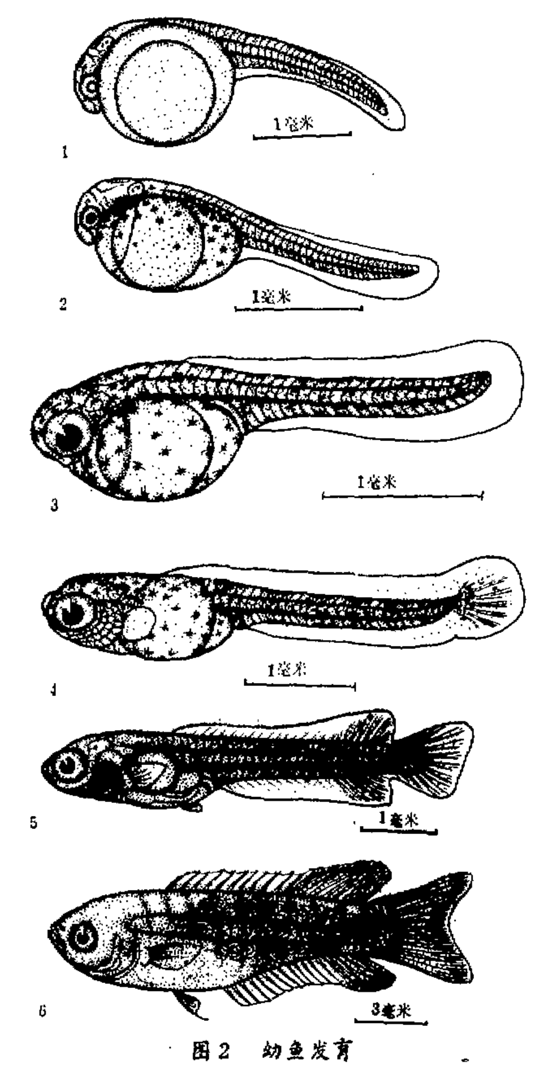


图2　幼鱼发育

1.初孵仔鱼　2.出膜后12小时仔鱼　3.出膜后24小时仔鱼
4.出膜后72小时仔鱼　5.出膜后16天仔鱼　6.出膜后40天稚鱼

（四）幼鱼肠管、鳞片的发育

叉尾斗鱼幼鱼肠管发育的形态变化如图3；鳞片形态的变化见图4。

（五）胚胎孵化与水温的关系

根据18批次孵化结果（表3），孵化的适宜水温为19—30°C，孵化时间约36—72小

时。水温19°C以下，孵化率下降，幼鱼多数不能出膜；水温15°C时，胚胎停止发育；水温30—33°C时，孵化时间仅有14—18小时，胚胎常出现卵膜早溶，心律加快（240—280次/分钟）、围心腔扩大、畸型或成活率下降。水温34°C以上，多数胚胎不能正常发育孵化。

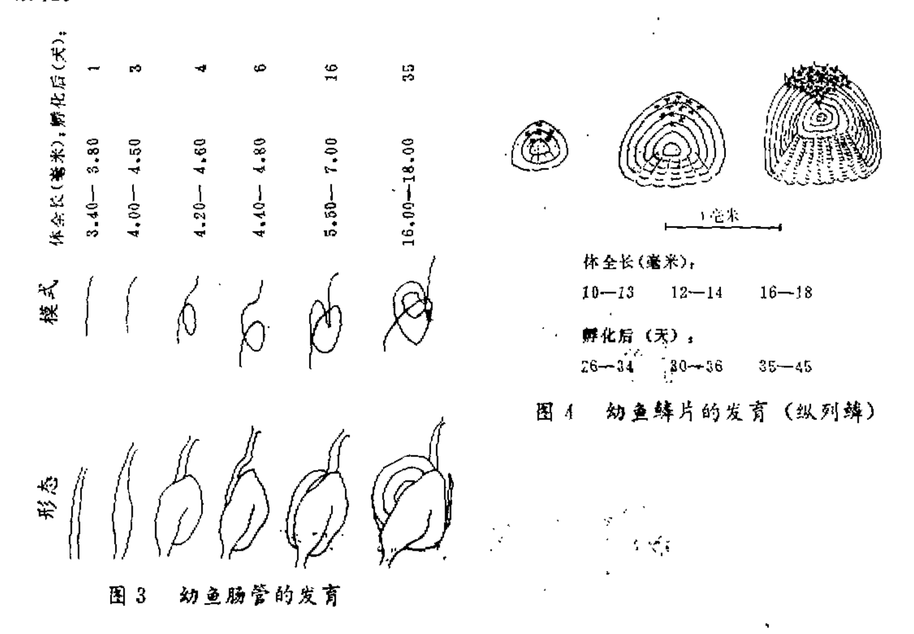


图 3　幼鱼肠管的发育

图 4　幼鱼鳞片的发育（纵列鳞）

表 3　孵化水温与孵化时间的关系

平均孵化水温(℃)	孵化时间(时:分)	平均孵化水温(℃)	孵化时间(时:分)
15.5	96:00′	24	46:00′
16	94:00′	24.5	43:00′
17	79:00′	25	38:00′
18	76:00′	25.6	36:00′
19	64:00′	26	29:00′
19.5	62:00′	27.5	26:00′
20	5[illegible]:00′	29	23:00′
22	54:00′	30	18:00′
23	48:00′	31.5	16:00′

三、小结和讨论

1．叉尾斗鱼 *Macropodus opercularis* 的卵、胚胎和幼鱼发育过程的形态变化、发育程序及发育对生态条件的要求等方面与其它已报道的具油球的淡水鱼类：鳜 *Siniperca roulei*（蒋一珪，1959；孟庆闻，1982）、青鳉 *Oryzias latipes*（朱志荣，1962；孟庆闻，1982）有很大的差异；与繁殖特性相类似（也营泡沫巢产卵、孵化和卵具一个大油

球）的乌鳢 *Ophiocephalus argus*（杜金瑞，1962）也有许多不同之处，这些差异是各自在个体发育中种的性状特征和对繁殖习性、发育环境相适应的表现。

2.叉尾斗鱼卵呈圆球形，具浮性；卵径0.612—0.688毫米；卵具一个大油球，直径0.326—0.446毫米；吸水后卵径0.826—0.921毫米。

3.水温24.5—25.5°C时，从受精到孵化历经38小时；胚胎发育过程按其形态变化划分为：受精卵、卵裂、囊胚、原肠胚、神经胚、器官分化到孵化等共6个阶段。

4.水温24.5—29°C时，从初孵仔鱼到发育成为形态与成体相似的稚鱼约需35—45天。幼鱼发育划分为：仔鱼前期、仔鱼期、稚鱼期等3个阶段。初孵仔鱼体全长2.82—3.02毫米，体节20—19＋27—28对。幼鱼卵黄囊在出膜3天半后完全消失；油球在出膜后18—24天消失；鳞片在出膜后第26—34天出现。

5.适宜孵化水温：19—30°C，最高临界水温33°C，最低15°C。

6.在本文中，还描绘了幼鱼肠管形态发育的变化模式及鳞片发育过程的形态变化。

7.叉尾斗鱼卵黄囊先从后部吸收，卵黄囊呈圆球形而类似鳜鱼（孟庆闻，1982）、苏氏圆腹𩷶鲇 *Pangasius sutchi*（潘炯华等，1983），与多数鲤科鱼类、鳅科的泥鳅（孟庆闻，1982；朱志荣，1962）的卵黄囊前部先吸收而呈长条状或卵圆形不同；也与胡子鲇 *Clarias fuscus*（潘炯华等，1982）的卵黄囊的吸收方式有所不同。

参考文献

朱志荣　1962　泥鳅、黄鳝、青鳉的繁殖、发育及其与环境关系的初步研究。水生生物学集刊（1）：9—12。

孟庆闻　1982　7种鱼类仔鱼的形态观察。水产学报6（1）：71—76。

杜金瑞　1962　梁子湖乌鳢生物学的研究。水生生物学集刊（2）：54—66。

蒋一珪　1959　梁子湖鳜鱼的生物学。水生生物学集刊（3）：375—385。

潘炯华　郑文彪　1982　胡子鲶的胚胎和幼鱼发育的研究。水生生物学集刊7（4）：437—444。

潘炯华　郑文彪　1983　苏氏圆腹𩷶鲶的胚胎和幼鱼发育的研究。鱼类学论文集（第三辑），1—12。

Myers, G. S. 1932 The two Chinese Labyrinth Fishes of Genus *Macropodus*. *Linnan Sic. Jour.*, 11(3):385—404.

Sterba, G. 1963 Freshwater Fishes of the World, 792—793. Vista Books Longacre Press Ltd., London.

Tomita, G. 1936 Melanophore Reactions to light During the Early Stages of the Paradise fish, *Macropodus opercularis*. *J. Shanghai, Sci. Inst.*, 4(2):237—264.

Tomita, G. *et al.* 1938 The Development of Behavior of the Paradise fish. *J. Shanghai, Sci. Inst.*, 4(3):269—278.

OBSERVATION ON THE EMBRYONIC AND LARVAL DEVELOPMENT OF *MACROPODUS OPERCULARIS* (LINNAEUS)

Zheng Wenbiao

(Department of Biology, South China Normal University, Guangzhou)

The present paper deals with the embryonic and larval development of *Macropodus opercularis* (Linnaeus). The results are briefly given as follows:

1. The eggs are buogant, globular in shape and 0.612—0.688mm in diameter. The egg membrance is smooth, without any special structure. A large oil globule, 0.326—0.446mm in diameter, is present in each egg.

2. At the water temperature of 24.5—25.5°C, most of the fertilized eggs are hatched in 38 hours. The newborn larvae are 2.82—3.02mm in total length, 20 - 19 + 27 - 28 myotomes can be seen clearly.

3. It takes 35—45 days for the newly hatched larvae to grow into juveniles at a water temperature of 24.5—29°C. In 80 hours after hatching, the yolk sac of the larvae is almost absorbed. In 18—24 days after hatching, the oil globule of the larvae is entirely absorbed. In 35—45 days after hatching, the young *M. opercularis* are fully developed and are similar to the adults.

4. According to the morpholoical characteristics, the embryonic development of *M. opercularis* may be divided into 6 stages: fertilized egg stage, cleavage stage, blastula stage, gastrula stage, neurol stage and the stage from organogensis to hatching. The larval development may be divided into 3 stages: prelarval stage, larval stage and juvenile stage.

5. The relation between water temperature and embryonic development is analysed. The development of intestine and scales is also briefly described.

郑文彪：叉尾斗鱼的胚胎和幼鱼发育的研究

Zheng Wenbiao：*Observation on the Embryonic and Larval Development of Macropodus Opercularis (Linnaeus)*

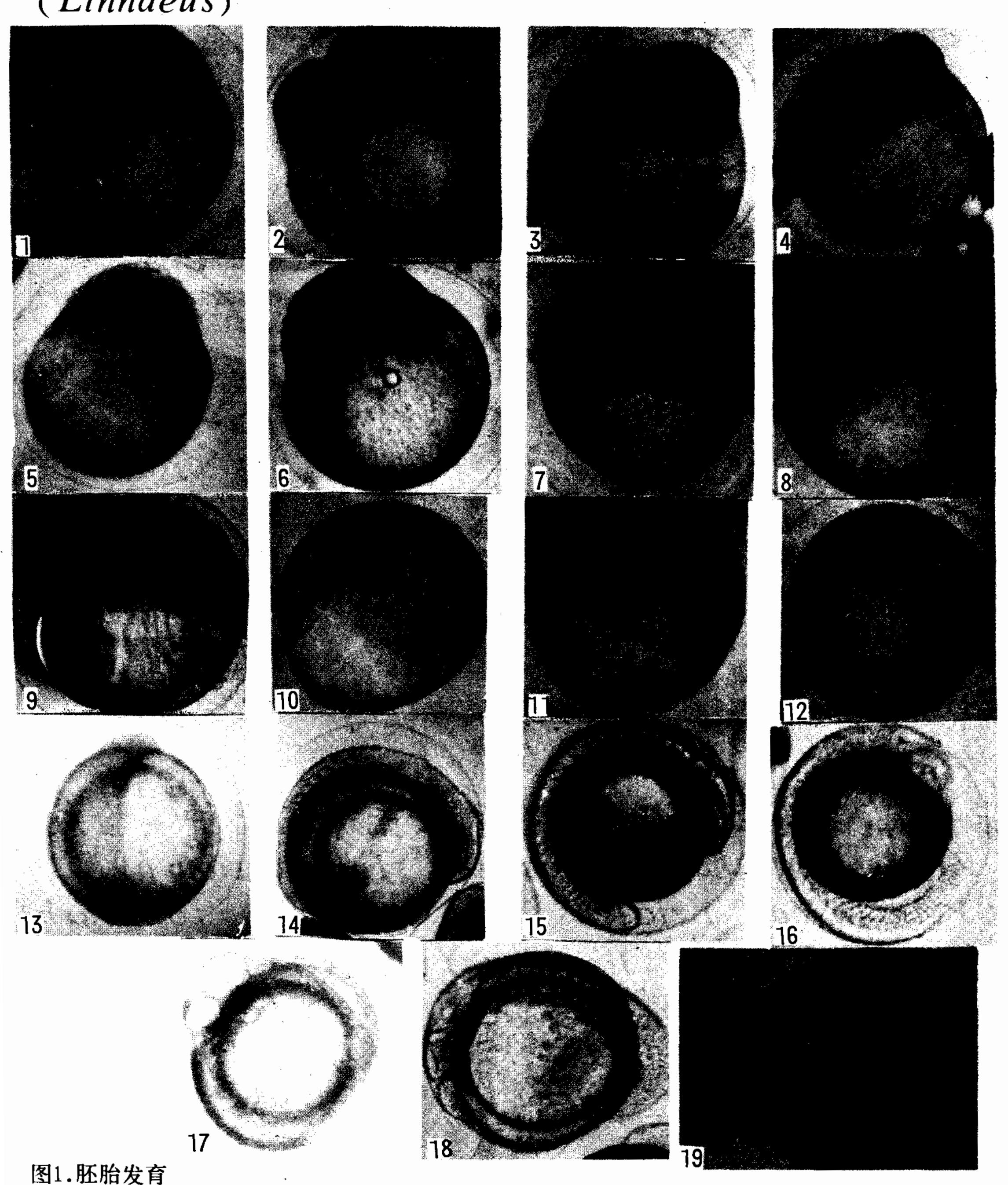


图1.胚胎发育

1.胚盘形成　2.2细胞　3.4细胞　4.8细胞　5.第6次卵裂　6.多细胞　7.囊胚初期　8.囊胚晚期　9.原肠初期　10.原肠中期　11.原肠晚期　12.脊索形成期　13.胚孔封闭期　14.尾芽期　15.晶体形成　16.肌肉效应　17.心跳期　18.孵化期　19.初孵仔鱼